

TEXTURE ANALYSIS OF TUMOR IN LUNG CT DATA

Jakub Šalplachta

Bachelor Degree Programme (3), FEEC BUT

E-mail: xsalpl02@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Roman Jakubíček

E-mail: xjakub08@stud.feec.vutbr.cz

Abstract: The aim of this work is the revelation of the possibility of the use of texture analysis methods to detection and segmentation tumor tissue in patient's lungs and classification viable areas of tumor tissue. The main assumption includes the possibility that there are differences of textural properties between tumor and surrounding tissues and changes of these features during development and treatment of this disease. The work deals with the creation of vector of texture features which is composed of some methods of texture analysis and then processed by methods of cluster analysis in programming environment Matlab®.

Keywords: texture analysis, microtextural methods, statistical methods, cluster analysis

1. ÚVOD

Nádorová onemocnění plic jsou v dnešní době častou a velmi závažnou diagnózou a diagnostická vyšetření s ní spjatá přinášejí pro pacienta určitá rizika a diskomfort. Při perfúzním vyšetření v rámci výpočetní tomografie (CT) absorbuje tělo pacienta velké dávky rentgenového záření, které nesou riziko vzniku dalších nádorových tkání. Přičemž jedním z mnoha využití tohoto vyšetření je odhalení viabilních (živých, prokrvených) úseků nádorů. Nebylo by však již nutné, pokud se potvrdí předpoklad využitelnosti texturní analýzy v rámci diagnostiky. Tím je myšlena detekce nádorových tkání a jejich odlišení od okolních tkání a dále odhalení viabilních úseků v daném nádoru. Využitím metod texturní analýzy by se výrazně snížila dávka rentgenového záření, kterou by pacient absorboval, tudíž i rizika s ním spjatá. Navíc perfúzní vyšetření je náročné i pro lékařský personál, softwarové zpracování je v některých případech velmi náročné na nastavení a někdy ani nepřináší požadované výsledky. V rámci vlastní práce bude ověřen předpoklad využití texturní analýzy na reálných patientských datech. Kombinací metod texturní analýzy je získán vektor příznaků, který vstupuje do shlukové analýzy, a výsledky budou následně statisticky vyhodnoceny. Výstupem práce bude rozhodnutí o funkčnosti texturní analýzy pro diagnostiku nádorových tkání na obrazových datech z CT vyšetření plic a také možné využití této analýzy.

2. TEXTURNÍ ANALÝZA

Jedná se o postupy usilující o získání takového popisu textury, na který bude možno následně aplikovat matematické výpočty a analytické metody pro další zpracování. Texturní analýza je využívána v mnoha oblastech včetně zpracování biomedicínských obrazů. Je možné ji rozdělit do čtyř kategorií: segmentace obrazu, klasifikace obrazu, syntéza textury a získání tvaru z textury. Jednotlivé textury jsou velice různorodé a jednotná definice textury neexistuje. Textura však patří mezi lokální charakteristiky obrazu, přičemž je nedílnou součástí všech obrazů včetně těch medicínských, na jejímž základě lze v obraze rozeznávat a klasifikovat určité oblasti. Jedná se o komplexní vzory, které mají charakteristický jas, barvu, tvar a velikost. Texturu můžeme popsat jako vzor v obraze, který souvisí s charakteristickými změnami jasových intenzit pixelů. Ve většině případů je pro ni klíčová pravidelnost opakování určitého vzoru. Tyto opakující se oblasti nazýváme primitiva a jsou charakteristické pro danou texturu. Podle vlastností primitiv jako jsou jejich velikost, pravidelnost opakování či směrovost je možné textury dělit na hrubé/jemné, silné/slabé a izotropní/směrové. Na základně rozdílných texturních vlastností je od sebe možné odlišit tkáň v rámci lidského těla, tudíž

i rozeznat nádorovou tkáň od okolní např. plicní tkáň. V rámci vlastní texturní analýzy se využívají různé metody k popisu textury, těmito postupy jsou: statistické metody, strukturní metody, metody založené na modelech a transformační metody. [1][2][3]

2.1. STATISTICKÉ METODY

Statistické přístupy k popisu textury se nesnaží popsat hierarchickou strukturu textury, charakterizují texturu nepřímo v rámci vlastností řídicích distribuci a vztahy mezi pixely v šedotónovém obraze. Tyto metody dosahují velmi dobrých výsledků v rámci selektivity. Jednou z hlavních definičních vlastností textury je prostorová distribuce stupňů šedi v obraze, na čemž jsou tyto metody založeny. Statistické metody rozdělujeme na statistické metody prvního a druhého řádu. Hlavním rozdílem mezi nimi je, že u statistických metod prvního řádu přistupujeme k obrazu pouze jako k souboru pixelů a jejich vzájemná poloha je zanedbávána. Oproti tomu statistické metody druhého řádu jsou založeny na pravděpodobnosti výskytu dvou pixelů o stejné intenzitě, jež mají vůči sobě definovanou vzájemnou polohu. Patří mezi ně matice současného výskytu (Co-occurrence matice) a matice délky běhů (Run-length matice). [1][2][3]

2.2. STRUKTURNÍ METODY

Strukturní přístupy k reprezentaci textury vychází z výskytu primitiv v dané textuře a jejich prostorového uspořádání. Tyto přístupy lze rozdělit na mikrotexturní a makrotexturní analýzu. Mikrotexturní analýza se zabývá pouze popisem primitiv, oproti tomu makrotexturní analýzy bere v potaz i prostorové uspořádání primitiv ve větší celky. U strukturních přístupů k analýze textury je však nejprve nutné nalézt a identifikovat všechny typy primitiv, které se v analyzovaném obraze vyskytují, a analyzovat jejich prostorové uspořádání. Výhodou těchto přístupů k popisu textury je, že poskytují dobrý symbolický popis daného obrazu. V rámci mikrotexturní analýzy se snažíme získat informace ohledně primitiv (hrany, linie nebo shluky bodů) pomocí konvoluce obrazu maskami, které představují model vzorů zmíněných primitiv. Těmito maskami jsou myšleny masky odvozené K. I. Lawsem, které jsou definovány pro dvojrozměrný i třírozměrný prostor. [1][3]

2.3. FREKVENČNÍ ANALÝZA

Tento typ analýzy je také možné použít k popisu zkoumané textury. Frekvenční analýza spočívá ve využití Fourierovy transformace, kterou získáme koeficienty s komplexním charakterem. Dalšími úpravami je možné získat informace o fázi a amplitudě dané oblasti textury. Tyto parametry mohou být dále využity k výpočtu výkonu či k získání informací o lokálních vlastnostech spektra v daných frekvenčních pásmech, čímž je možné získat další důležité příznaky pro texturní analýzu. [3]

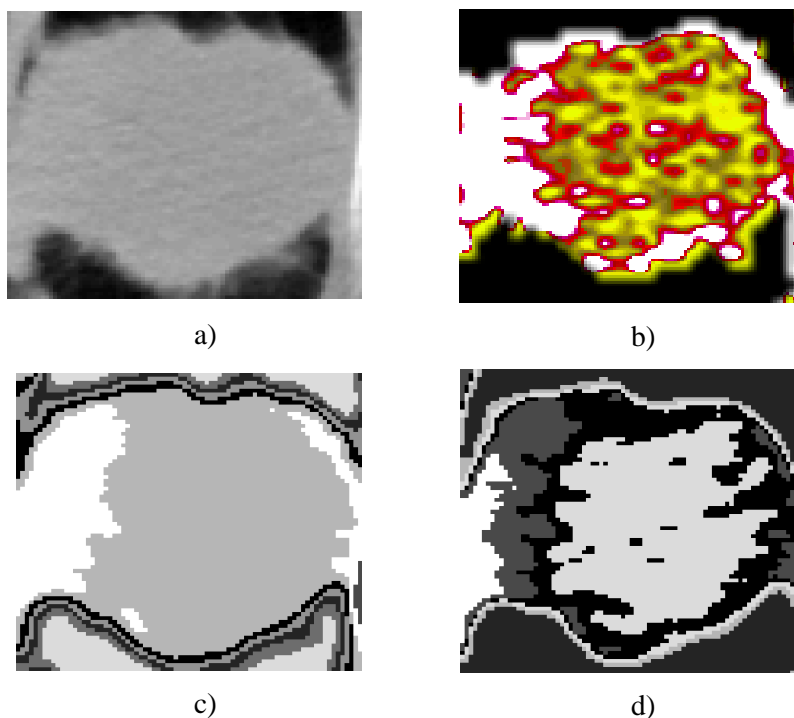
2.4. KLASIFIKACE PŘÍZNAKŮ

Vlastní realizace texturní analýzy spočívá ve vytvoření vektoru příznaků z daného obrazu, který následně vstupuje do shlukové analýzy. Konkrétně je využita metoda k-means, která patří mezi nehierarchické metody shlukové analýzy. Vlastní vektor příznaků je získán kombinací metod texturní analýzy. Je využito statistických metod prvního i druhého řádu, mikrotexturní a frekvenční analýzy. V rámci mikrotexturní analýzy je použita konvoluce 125 Lawsovými maskami, které vznikly roznásobením pětiprvkových vektorů. Celá vlastní analýza probíhá v trojrozměrném prostoru na reálných patientských datech, přičemž pro každý voxel obrazu je získáno celkově 164 lokálních příznaků.

3. VÝSLEDKY

Průběžné výsledky byly získány z postkontrastních reálných patientských dat, jsou však ovlivněny redundantními příznaky, pro každý voxel konkrétně vstupovalo do shlukové analýzy 164 příznaků. Počet příznaků bude z tohoto důvodu zredukován, aby zůstaly pouze příznaky, které poskytují relevantní informace pro následnou analýzu. Vektor příznaků byl počítán na výřezu původního obrazu, který obsahoval oblast nádoru (Obrázek 1 a)). Výstupy z následující shlukové analýzy jsou pa-

trné v rámci obrázku 1 c) a d), kde v obou případech proběhlo přiřazení do 8 shluků (počet shluků byl stanoven experimentálně, aby byly rozeznatelné možné viabilní úseky). Tyto výstupy se liší tím, že výstup na Obrázku 1 d) vznikl pouze z příznaků pro oblast nádoru bez plicní tkáně, která byla vysegmentována pomocí binární masky. Není tedy ovlivněn okolními tkáněmi, a proto je při daném počtu shluků patrných více lokálních viabilních úseků (tmavě šedé a černé oblasti uvnitř nádoru). Výsledná data se oproti datům z perfuzního vyšetření reprezentujících perfuzní objem (Obrázek 1 b)) nepatrně liší. Jedná se sice o stejnou scénu, ale snímanou v jiném akvizčním čase.



Obrázek 1: a) zpracovávaná data – výřez oblasti nádoru; b) data z perfuzního vyšetření; c) výstup ze shlukové analýzy; d) výstup ze shlukové analýzy (pouze oblast nádoru bez plicní tkáně)

4. ZÁVĚR

Z předběžných výsledků je patrné, že ve výstupech z vlastního zpracování je možné rozeznat viabilní úseky nádoru. Dle subjektivního hodnocení jsou nalezené viabilní úseky lokalizovány na místech viabilních oblastí z dat z perfuzního vyšetření. Z těchto současných výsledků se dá tedy usuzovat, že texturní analýza má opravdu potenciál pro využití v rámci lékařské diagnostiky.

REFERENCE

- [1] HARALICK, R. M. *Statistical and structural approaches to texture* Proc. IEEE, vol. 67, no. 5, pp. 786-804, 1979.
- [2] AMATERKA, A. a M. STRZELECKI. *Texture Analysis Methods – A Review*, Technical University of Lodz, Institute of Electronics, COST B11 report, Brussels, 1998.
- [3] JAN, J. *Medical image processing, reconstruction and restoration: concepts and methods*. Boca Raton: Taylor & Francis, 2006, ISBN 0-8247-5849-8, 730 s.
- [4] HARALICK, R. M., K. SHANMUGAM a Its'Hak DINSTEIN. *Textural Features for Image Classification*, Systems, Man and Cybernetics, IEEE Transactions on, 1973, ISSN 0018-9472.